

CONTRIBUTI
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO (Pino Torinese)
A CURA DEL
PROF. GINO CECCHINI

Nuova Serie.

N. 7

ERNESTA TEDESCHINI

CURVA DI LUCE
ED ORBITA FOTOMETRICA
DI « AK HERCULIS »

(Nota riassuntiva)

TORINO
TIPOGRAFIA VINCENZO BONA
1946

CAUTU. 0008. 04

CONTRIBUTI
DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO (Pino Torinese)

A CURA DEL

PROF. GINO CECCHINI

Nuova Serie.

N. 7

ERNESTA TEDESCHINI

**CURVA DI LUCE
ED ORBITA FOTOMETRICA
DI «AK HERCULIS»**

(Nota riassuntiva)

TORINO
TIPOGRAFIA VINCENZO BONA

1946

ESTRATTO DAGLI
Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino
Vol. 80 (1944-45).

Curva di luce ed orbita fotometrica di « AK Herculis ».

Nota riassuntiva di ERNESTA TEDESCHINI
presentata dal Socio nazionale Eligio PERUCCA
nell'adunanza del 16 Giugno 1945

Riassunto. — *Dalla discussione di 170 osservazioni visuali fotometriche eseguite sulla variabile ad eclisse AK Herc sono dedotti la curva di luce e gli elementi dell'orbita, e fatti confronti con risultati precedenti. È pure accennato a valori statistici delle masse, densità e tipi spettrali delle componenti.*

1. *Elementi fondamentali e stelle di confronto.* — La stella AK Herc [BD + 16°, 3130(8^m,3); $\alpha = 17^h 9^m 29^s$, $\delta = + 16^\circ 28'$, (1900.0)], è la componente più brillante di ADS 10408(8^m.0 — 12.^m0, 4"). La sua variabilità fu scoperta da Metcalf nel 1917 e confermata da Miss Leavitt e Mackie.

Tutto il materiale di osservazione fotometrica disponibile fino al 1938, rielaborato da W. Zonn, ha condotto ai seguenti elementi della curva di luce:

$$\begin{aligned} \text{Minimo princip.} &= JD\ 2425442^d.734 + 0^d.4215209\ E \\ &\pm .001 \quad \pm .0000003\ \text{e.m.} \end{aligned}$$

Data la loro attendibilità, questi elementi sono stati adottati nella elaborazione delle presenti osservazioni, eseguite all'Osservatorio Astronomico di Torino, mediante un fotometro a cuneo, allo scopo di dare un contributo alla determinazione dell'orbita fotometrica.

Le stelle utilizzate per i confronti sono indicate nella Tab. I.

TAB. I. — *Stelle di confronto.*

| • | HD | 1900.0 | | Spettro | Grandezze HD | Grandezze assunte | BD |
|---|--------|--------------|-------------------|---------|---------------------|----------------------|--------------------|
| | | α | δ | | | | |
| 1 | 155526 | $17^h 8^m.1$ | $+16^{\circ} 31'$ | K0 | $8^m.0$ | $8^m.06$ | $+16^{\circ}.3120$ |
| 2 | 155676 | 8 .0 | $+16\ 37$ | F8 | 8 .6 | 8 .52 | $+16\ .3123$ |
| 3 | 155713 | 8 .2 | $+16\ 20$ | G0 | 8 .9 | 8 .90 | $+16\ .3124$ |
| 4 | — | 9 .6 | $+16\ 19$ | — | (9 .08) da GRAFF | 9 .06 | $+16\ .3132$ |

La stella n. 2 è risultata lievemente variabile, come già era stato sospettato da Sternberk; essa perciò, da un certo punto in poi, non fu più adoperata per i confronti, sebbene gli effetti della sua variabilità sulle grandezze concluse per *AK Herc* risultassero insignificanti.

Per la costante C del cuneo fotometrico è stato adottato il valore

$$C = 0^m.120$$

concluso dallo studio delle stelle di confronto.

2. *Curva di luce di AK Herc.* — La curva di luce di *AK Herc* è stata conclusa da 170 osservazioni eseguite fra il giugno e il settembre 1943, discusse in base agli elementi assunti e al peso assegnato a ciascuna osservazione, e raccolte in 27 grandezze normali (Tab. II).

L'e. m. di ogni singola osservazione di maggior peso è stato stimato $\pm 0.^m075$.

La curva di luce ottenuta è del tipo di β Lyrae e presenta una perfetta simmetria della posizione del minimo secondario; anche i due rami della curva attorno ai minimi appaiono sostanzialmente simmetrici. È importante confrontare questa curva con quelle ottenute dagli altri osservatori. I dati principali sono perciò raccolti nella Tab. III, nella quale è indicata la lunghezza d'onda λ media a cui le osservazioni si riferiscono.

Si possono trarre le seguenti conclusioni:

a) la differenza di altezza dei massimi risulta indipendente da λ ed è, probabilmente, illusoria;

TAB. II. — *Grandezze normali.*

| N. | Fase media | Grandezza media | Scarto della curva media | Peso | N. | Fase media | Grandezza media | Scarto della curva media | Peso |
|----|------------|-----------------|--------------------------|------|----|------------|-----------------|--------------------------|------|
| | <i>d</i> | <i>m</i> | | | | <i>d</i> | <i>m</i> | | |
| 1 | 0.0140 | 8.711 | -0.009 | 20 | 15 | 0.2017 | 8.640 | +0.020 | 17 |
| 2 | .0261 | .656 | + .026 | 16 | 16 | .2185 | .585 | - .025 | 14 |
| 3 | .0362 | .559 | + .009 | 17 | 17 | .2413 | .503 | + .003 | 14 |
| 4 | .0517 | .404 | - .040 | 19 | 18 | .2660 | .387 | + .017 | 15 |
| 5 | .0671 | .378 | + .028 | 26 | 19 | .2915 | .299 | - .001 | 14 |
| 6 | .0844 | .269 | - .031 | 17 | 20 | .3052 | .292 | + .002 | 17 |
| 7 | .0974 | .288 | + .008 | 15 | 21 | .3229 | .282 | .000 | 23 |
| 8 | .1073 | .258 | - .017 | 15 | 22 | .3370 | .292 | .000 | 17 |
| 9 | .1119 | .307 | + .032 | 16 | 23 | .3548 | .342 | - .003 | 10 |
| 10 | .1268 | .315 | + .030 | 18 | 24 | .3712 | .463 | .000 | 10 |
| 11 | .1400 | .302 | + .002 | 18 | 25 | .3885 | .645 | + .015 | 12 |
| 12 | .1550 | .347 | - .003 | 18 | 26 | .4061 | .731 | - .024 | 12 |
| 13 | .1704 | .427 | - .013 | 17 | 27 | .4213 | .799 | .000 | 16 |
| 14 | .1809 | .566 | + .011 | 19 | | | | | |

b) la profondità del minimo principale appare dipendente da λ come pure quella del minimo secondario, ammesso però di correggere di circa $+0^m.1$ la profondità dei minimi nella curva *V* di Zonn;

c) il disaccordo negli spostamenti osservati del minimo secondario indica che, molto probabilmente, tale asimmetria è dovuta agli errori di osservazione. In ogni caso, essa è da ritenere molto piccola e, in accordo con le osservazioni spettroscopiche di Sanford e con la mia curva di luce, l'orbita può essere ritenuta circolare.

3. *Correzione della curva di luce ed elementi dell'orbita fotometrica.* — Poichè la curva di luce mostra: una variazione continua — e quindi una ellissoidicità delle componenti —, una

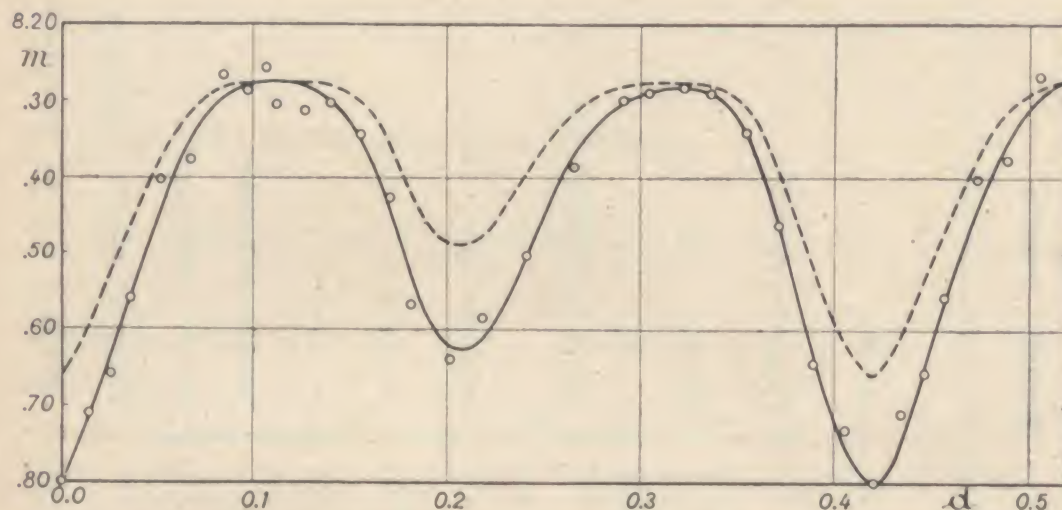
TABELLA III.
Dati ricavati dalle curve di luce dei diversi osservatori.

| OSSERVATORI | Minimi osservati J. D. | O—C | 1° max. meno 2° max. | 1° max. meno min. princ. | 1° max. meno min. sec. | Spo- stamento min. sec. | Carattere | | λ |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------|---------|-----------|
| | | | | | | | 1° max. | 2° max. | |
| JORDAN (osserv. fotografiche) | 24112 ^d .413 | —0 ^d .001 | —0 ^m .04 | 0 ^m .60 | 0 ^m .44 | +0 ^d .014 | largo | stretto | 4100 |
| ZONN (curva V, fotografica) | 27983.290 | 0.000 | — .02 | .51 | .27 | + .006 | largo | largo | 4100 |
| WASUTYNSKI (osserv. visuali) | 26141.196 | — .002 | + .05 | .49 | .37 | — .004 | stretto | largo | 5200 |
| TEDESCHINI (osserv. visuali) | 30939.366 | — .002 | — .005 | .52 | .35 | — .000 | largo | largo | 5200 |
| ZONN (curva RY, visuale) | 27980.292 | — .002 | — .02 | .43 | .32 | + .004 | largo | largo | 6260 |

buona simmetria nella posizione del minimo secondario ed uguale altezza dei massimi, non risultano apprezzabili gli effetti di riflessione e del periastro. Perciò la correzione della curva si riduce all'eliminazione dell'effetto di ellissoidicità. A tale scopo mi sono servita del metodo grafico di Russell ed ho ottenuto per l'ellissoidicità il valore:

$$Z = \varepsilon^2 \sin^2 i = 0.22,$$

rettificando in base ad esso la curva di luce osservata.



Curva di luce osservata (a tratto intero) e curva di luce rettificata (tratteggiata) di *AK Herculis*.

Gli elementi orbitali, calcolati col metodo di Russell (ipotesi *U*, stelle ellissoidiche, orbite circolari), figurano nella Tab. IV. Dal mio calcolo l'eclisse risulterebbe *radente* anzichè *parziale* come è generalmente ammesso, ed i semiassi maggiori delle componenti, a_1 ed a_2 , notevolmente superiori a quelli determinati da altri. Il sistema apparirebbe quindi costituito da due stelle molto prossime e fortemente ellissoidiche.

4. *Masses, densità e tipi spettrali delle componenti.* — Per il calcolo delle masse e densità delle componenti mi sono servita delle formole statistiche di Holmberg:

$$\log (\mu_1 + \mu_2) = -1.97 \log Sp + 0.30 \log P + 1.14$$

$$\frac{\mu_1}{\mu_1 + \mu_2} = 0.47 L_1 - 0.02 Sp + 0.35$$

TABELLA IV. — *Elementi orbitali.*

| | | | |
|---|---|--------------------------------------|---|
| Rapporto dei raggi | $K = 0.50$ | Densità | $\left\{ \begin{array}{l} \varrho_1 = 0.21 \\ \varrho_2 = 1.17 \end{array} \right.$ |
| Coefficiente massimo oscuramento . . | $a_0 = 1.00$ | Rapporto densità | $\varrho_1/\varrho_2 = 0.18$ |
| Inclinazione dell'orbita | $i = 73^{\circ}.5$ | Masse | $\left\{ \begin{array}{l} \mu_1 = 0.42 \odot \\ \mu_2 = 0.28 \odot \end{array} \right.$ |
| Semiassi maggiori | $\left\{ \begin{array}{l} a_1 = 0.640 \\ a_2 = 0.320 \end{array} \right.$ | Semiassi maggiori in km. | $\left\{ \begin{array}{l} a_1 = 630000 \\ a_2 = 302000 \end{array} \right.$ |
| Semiassi minori | $\left\{ \begin{array}{l} b_1 = 0.558 \\ b_2 = 0.279 \end{array} \right.$ | Semiassi minori in km. | $\left\{ \begin{array}{l} b_1 = 526000 \\ b_2 = 263100 \end{array} \right.$ |
| Differenza luminosità fra le componenti | $\Delta m = + 0^m.92$ | 1° massimo | $= 8^m.28$ |
| Luminosità componenti | $\left\{ \begin{array}{l} L_1 = 0.701 \\ L_2 = 0.299 \end{array} \right.$ | 2° massimo | $= 8^m.28$ |
| Rapporto splend. superf. | $J_1/J_2 = 0.59$ | Minimo principale | $= 8^m.80$ |
| Eccentricità dell'orbita | $e = 0.00$ | Minimo secondario | $= 8^m.62$ |
| Semidurata eclisse | $= 0^d.095$ | Ampiezza minimo principale | $= 0^m.53$ |
| | | Ampiezza minimo secondario | $= 0^m.35$ |

(Sp = tipo spettrale; P = periodo orbitale; μ_1, μ_2 = masse delle componenti; L_1 = luminosità della stella più brillante).

Assegnando alla stella più brillante il tipo spettrale $F8$ (secondo HD) e deducendo da questo, per la stella minore, il tipo spettrale $G3$, secondo il procedimento di Gaposchkin, ho ottenuto:

$$\mu_1 = 0.42 \quad , \quad \mu_2 = 0.28 \quad , \quad \frac{\mu_2}{\mu_1} = 0.67 ,$$

$$\varrho_1 = 0.21 \quad , \quad \varrho_2 = 1.17 \quad , \quad \frac{\varrho_1}{\varrho_2} = 0.18 ,$$

e quindi, per mezzo della nota relazione:

$$\log a = 0.624 + \frac{2}{3} \log P + \frac{1}{3} \log (\mu_1 + \mu_2) ,$$

il raggio dell'orbita relativa $a = 2.09$, in discreto accordo coi dati spettroscopici di Sanford.

Ho pure tentato il procedimento statistico proposto dal prof. Colacevich; ma i risultati ottenuti sembrano non accordarsi coi dati spettroscopici. Un confronto fra i due metodi sarà dato nella pubblicazione integrale del presente lavoro, unitamente al calcolo inerente alle grandezze assolute delle componenti.

È importante osservare che, dalle sue osservazioni spettroscopiche, Sanford conclude che al minimo principale è occultata la stella più brillante, la quale, nel nostro caso, è la maggiore. Questo fatto richiederebbe che essa fosse anche la più splendente superficialmente, il che è in contrasto col valore ottenuto da me e da tutti gli altri osservatori per il rapporto degli splendori superficiali J_1/J_2 , che risulta per tutti minore dell'unità.

Inoltre una soluzione nell'ipotesi che la stella più grande sia occultata al minimo principale è stata tentata, ma senza risultato.

Nella pubblicazione integrale della presente ricerca, eseguita sotto la guida del Prof. G. Cecchini, questa ed altre contrad-

dizioni saranno sottoposte ad un esame più accurato e sarà contemporaneamente messa in evidenza la necessità di ulteriori osservazioni per uno studio adeguato delle anomalie che — ad onta dell'apparente regolarità della curva di luce media qui ottenuta — sono state riscontrate nelle variazioni luminose di *AK Herc.*

Osservatorio Astronomico di Torino, dicembre 1944.